

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000140663  
 PUBLICATION DATE : 23-05-00

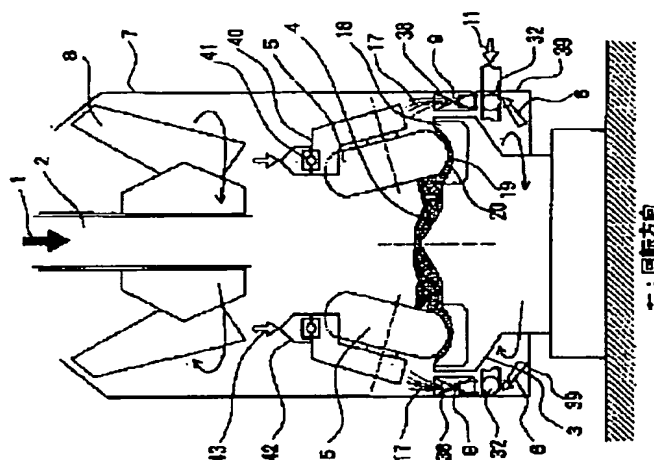
APPLICATION DATE : 09-11-98  
 APPLICATION NUMBER : 10317532

APPLICANT : BABCOCK HITACHI KK;

INVENTOR : ONO YUKINORI;

INT.CL. : B02C 15/04

TITLE : ROLLER MILL



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a water spray or air blow device for restraining vibration of pulverizing rollers in a roller mill for pulverizing solid fuel or solid raw material.

SOLUTION: A roller mill is provided with plural pulverizing rollers 5 and a turntable 3 which is provided with a pulverizing race 19 opposite to the pulverizing rollers in the circumferential direction to pulverize solid fuel or solid raw material, and it uses hot air 6 for drying and conveying material to be pulverized. In a feeding flow passage of the hot air, a water feeding route 32 and a water spray nozzles 38 are installed to spray water in a atomized state 17 in the hot air. The hot air is blown up from near the outer periphery of the turntable through throat vanes 9 installed near the outer periphery of the turntable. And the water spray nozzles 38 are installed in the clearance parts of the throat vanes. And corresponding to each of operating conditions of the roller mill, a rising state of a powder bed 4, or property of the powder bed 4, the distance between the outlet end of the nozzles 38 of the air blow device to the powder bed and the pulverizing race 19 surface is made variable.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-140663

(P2000-140663A)

(43) 公開日 平成12年5月23日 (2000.5.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 0 2 C 15/04

識別記号

F I

B 0 2 C 15/04

テマコード\* (参考)

4 D 0 6 3

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平10-317532

(22) 出願日 平成10年11月9日 (1998.11.9)

(71) 出願人 000005441

パプコック日立株式会社

東京都港区浜松町二丁目4番1号

(72) 発明者 佐藤 一教

広島県呉市宝町3番36号 パプコック日立

株式会社呉研究所内

(72) 発明者 沖浦 邦夫

広島県呉市宝町3番36号 パプコック日立

株式会社呉研究所内

(74) 代理人 100078134

弁理士 武 顕次郎

最終頁に続く

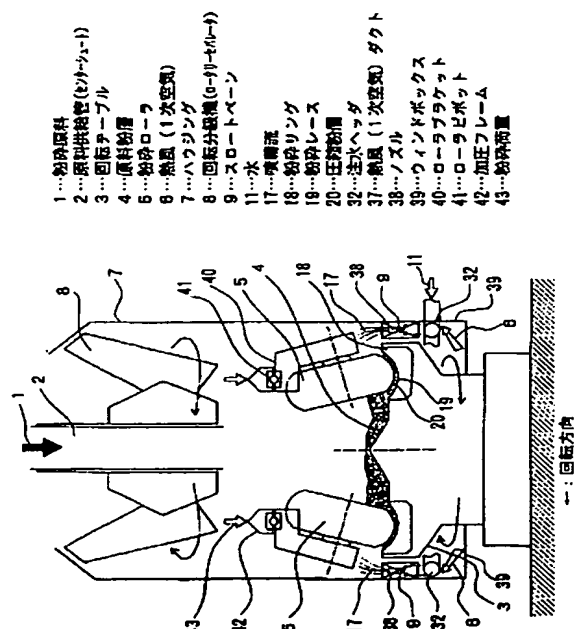
(54) 【発明の名称】 ローラミル

(57) 【要約】

【課題】 固体燃料又は固体原料を粉砕するローラミルにおいて、粉砕ローラの振動を抑制するための、水噴霧またはエアブローの工夫された構造。

【解決手段】 複数の粉砕ローラ5と、粉砕ローラに対向する粉砕レース19を円周方向に設けた回転テーブル3と、を備えて固体燃料又は固体原料を粉砕し、被粉砕物の乾燥及び搬送に熱風6を用いるローラミルであって、熱風の供給流路に水供給系路32と水噴霧用ノズル38を設けて熱風中に噴霧状17に散水すること。熱風を回転テーブルの外周近傍に設けられたスロートベン9を通して回転テーブル外周から吹き上げらせ、スロートベン9の間隙部に水噴霧用ノズル38を設けること。また、ローラミルの運転条件、前記粉層の盛り上がり状態、又は粉層の性状、にそれぞれ対応して、粉層へのエアブロー装置のノズルの出口端と粉砕レース面との間の距離を可変にすること。

【図1】



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の粉碎ローラと、前記粉碎ローラに対向する粉碎レースを円周方向に設けた回転テーブルと、を備えて固体燃料又は固体原料を粉碎し、被粉碎物の乾燥及び搬送に熱風を用いるローラミルであって、前記熱風の供給流路に水供給系路と水噴霧用ノズルを設け、前記熱風中に噴霧状に散水することを特徴とするローラミル。

【請求項2】 請求項1に記載のローラミルにおいて、前記熱風を、前記回転テーブルの外周近傍に設けられたスロートペーンを通して前記回転テーブル外周から吹き上げらせ、前記スロートペーンの間隙部に前記水噴霧用ノズルを設けることを特徴とするローラミル。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のローラミルにおいて、前記水噴霧用ノズルが圧力噴射式であることを特徴とするローラミル。

【請求項4】 請求項1又は2に記載のローラミルにおいて、前記水噴霧用ノズルが気流の作用で水を微粒化する二流体式であることを特徴とするローラミル。

【請求項5】 請求項1又は2に記載のローラミルにおいて、固体燃料又は固体原料の供給量減少指令時から給炭機停止までの減負荷過程の期間、及び給炭機停止からミル停止までの期間に亘って、前記ノズルから水噴射することを特徴とするローラミル。

【請求項6】 複数の粉碎ローラと、前記粉碎ローラに対向する粉碎レースを円周方向に設けた回転テーブルと、を備えて固体燃料又は固体原料を粉碎するローラミルであって、下端を開口させた筒状又は円錐状又は箱状の空洞体を、その下端を前記粉碎レースの間で隙間を設けて、前記粉碎ローラのかみ込み部に設置し、前記空洞体の上部にノズルを設けて下方へ水を噴霧し、前記空洞体の下方を通過する前記固体燃料又は固体原料の粉層を湿らせることを特徴とするローラミル。

【請求項7】 請求項6に記載のローラミルにおいて、前記ノズルの位置を粉碎ローラの回転中心より下方のレベルに設定することを特徴とするローラミル。

【請求項8】 請求項6に記載のローラミルにおいて、前記空洞体の下端開口の直径を、粉碎ローラの幅よりも小さくすることを特徴とするローラミル。

【請求項9】 請求項6に記載のローラミルにおいて、前記空洞体の下方開口端と前記粉碎レースの間の距離を80mm以上200mm以下の範囲に設定することを特徴とするローラミル。

【請求項10】 請求項6に記載のローラミルにおいて、

前記円錐状空洞体における両振りひろがり角度を、7°以上40°以下の範囲で設定することを特徴とするローラミル。

【請求項11】 複数の粉碎ローラと、前記粉碎ローラに対向する粉碎レースを円周方向に設けた回転テーブルと、を備えて固体燃料又は固体原料を粉碎するローラミルであって、

前記回転テーブル上の前記粉碎ローラのかみ込み側における前記固体燃料又は固体原料の粉層に対して空気噴流を吹き付けるエアブロー装置を備え、

前記固体燃料又は固体原料の供給量を含むローラミルの運転条件、前記粉層の盛り上がり状態、又は前記粉層の粉碎性を含む粉層性状、にそれぞれ対応して、前記エアブロー装置のノズルの出口端と前記粉碎レース面との間の距離を可変にすることを特徴とするローラミル。

【請求項12】 請求項11に記載のローラミルにおいて、

前記エアブロー装置のノズルを空気圧駆動装置又は油圧駆動装置により位置決めすることを特徴とするローラミル。

【請求項13】 請求項11又は12に記載のローラミルにおいて、

前記ノズルの出口端と前記粉碎レース面との間の距離を、最短50mmから最長700mmの範囲内で可変にすることを特徴とするローラミル。

【請求項14】 請求項11に記載のローラミルにおいて、

前記粉碎性に対応して、難粉碎性の場合には前記ノズル出口端を前記粉碎レース面へ近づけ、良粉碎性の場合には前記ノズル出口端を前記粉碎レース面から遠ざけることを特徴とするローラミル。

【請求項15】 請求項11に記載のローラミルにおいて、

前記供給量に対応して、前記供給量が多い場合には前記ノズル出口端を前記粉碎レース面へ近づけ、前記供給量が少ない場合には前記ノズル出口端を前記粉碎レース面から遠ざけることを特徴とするローラミル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、石炭等の固体燃料や他の固体燃料を微粉碎するローラミルに係わり、特に、水噴射により搬送用熱風の状態を制御してローラミルを安定に運転するための技術、振動を防止するためにローラミル粉碎部の粉層に注水する技術、数多くの種類の石炭種使用に対応して自励振動の発生を抑制するためのローラミル粉碎部へのエアブロー技術、に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】石炭焚ボイラでは、低公害燃焼（低NOx、低灰中未燃分）や広域負荷運用が行われ、それにと

もない微粉炭機（ミル）も高い粉砕性能や信頼性が要求されている。

【0003】石炭、セメント原料あるいは新素材原料などの塊状物を細かく粉砕するミルのひとつのタイプとして、最近では、回転するテーブルと複数個のタイヤ型ローラで粉砕を行う壁型のローラミルが広く用いられており、特に日本国内では、代表機種としての地位を固めている。

【0004】ここでは、図33に示すように、ローラミルの一般的な構成を述べる。この種のミルは、円筒型をしたハウジング7の下部にあってモータで駆動され減速機を介して低速で回転する略円台状の回転テーブル3と、その回転テーブル3の外周部の上面において円周方向へ等分する位置へ油圧あるいはスプリング等で荷重を付与されて回転する複数個の粉砕ローラ5を備えている。

【0005】原料供給管（センターシュート）2より、回転テーブル3の中央へ供給された原料は、回転テーブル3上において遠心力によりうず巻状の軌跡を描いて回転テーブル3の外周へ移動し、回転テーブルの粉砕レースと粉砕ローラ5の間にかみ込まれて粉砕される。ハウジング7の下部には、ダクトを通して熱風（1次空気）6が導かれており、この熱風（1次空気）6が回転テーブル3とハウジング7の間にあるエアスロートのスロートベーン9の間を通して吹き上っている。

【0006】粉砕後の微粉体は、エアスロートから吹き上げる熱風（1次空気）6によって、ハウジング7内を上昇しながら乾燥される。ハウジング7の上方へ輸送された粉粒体は、粗いものから重力により落下し（1次分級）、粉砕部で再粉砕される。この1次分級部を貫通したやや細かな粉粒体は、ハウジング7の上部に設けた固定式分級機（サイクロンセパレータ）あるいは回転式分級機（ロータリーセパレータ）8でさらに分級される。所定の粒径より小さな微粉は、気流により搬送され、ボイラでは微粉炭バーナへと送られる。分級機を貫通しなかった所定粒径以上の粗粉は、回転テーブル3の上へ動力により落下し、ミル内へ供給されたばかりの原料とともに再度粉砕される。このようにして、ミル内では粉砕と分級が繰り返され、製品微粉が作り出されていく。

【0007】ローラミルを低負荷で運用する場合や、負荷減少あるいは停止操作をする際に問題となるのはミルの振動である。この振動現象は、炭層とローラのすべりに起因する一種の摩擦振動であり、振動のタイプとしては自励振動である。ふつうの石炭では、低負荷運用時（ミル内において石炭ホールドアップの少ない条件）にこの振動が激しくなることが多いが、石炭種によってはかなりの高負荷時にも発生することがある。一方、図40に示すように、ミル停止過程では、負荷減少の過程においても、また、給炭機停止後においても激しい自励振動が発生し易い。

【0008】また、石炭種によってはかなりの高負荷時にも発生することがある。ローラミルの粉砕部における状態が自励振動を起こす条件に近いとき、粉砕レース下の圧縮粉層の粒度は細かく、また圧縮粉層は薄い。このような状態になると、粉砕ローラのかみ込み部に盛り上がるようにたまる原料の粉層が生じる。この盛り上がり粉層は空隙率が高いために脆弱であり、粉砕ローラが横ずれするように外側へ滑ったりするために、粉砕ローラの軌道がなかなか安定しない。粉砕ローラ1が外側へ滑るのがきっかけとなり、上下方向への自励振動へと発達する。

【0009】そして、粉砕ローラ5が激しく自励振動する場合には、図34に示すように、粉砕ローラ5が外側へずれるように横すべりする（ $\alpha$ ）。このとき、回転テーブル3の回転方向の動きに関して、粉砕ローラ5と粉砕レース19の接触点が、正常な位置からは、回転テーブル3の回転方向に対して逆らうように上流側へずれるような問題が生じる。このような状態になると、粉砕ローラ5は3個ともほぼ同時に、あるいはひとつの粉砕ローラ5の横すべり（図34の（ $\alpha$ ））がきっかけとなり、順次他の2つの粉砕ローラが追従するように大きな加速度で外側へ横ずれし、次いで図35のように上下振動する。

【0010】このような自励振動の防止策に、粉砕部に対する注水（散水）と、一次空気（熱風）の温度を下げる方法がある。また、微粉を取り除いて自励振動を防止するための他の方法として、空気噴流を吹きつける方法（エアブロー法）があり、多くの先行技術が提案されている。空気噴流を吹きつける方法は、ローラミルの異常振動の防止のみならず、ミル停止時における残炭バージにも生かされる。このエアブローに関する先行技術の例としては、特公昭58-57976号公報、実開昭60-79548号公報、特公平6-73636号公報、特公平6-85880号公報、実開昭63-149242号公報、実開平05-60532号公報、実開平05-95651号公報、特開平06-246179号公報、等が挙げられる。

【0011】ローラミルの自励振動は、低負荷一定の運用条件下のみならずミルの停止過程に発生しやすい。まず、減負荷過程で自励振動が発生し、次いで、給炭機停止後に自励振動が起こる。この給炭機停止後に生じる自励振動の後には、粉砕レース上の粉層が少なくなるので強制振動が発生する。この強制振動は、振幅レベルが急増するような自己増幅的な性質は無いものの、振幅はやはり高い、という問題がある。上記したローラミルの停止過程における振動はいずれもエアブロー法により軽減が可能である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】回転テーブルの外周から吹き込む一次空気（熱風）の温度は、ダクトに設けた

ダンバの開・閉により、冷空気と混じり合って決まるが、設定温度に達するまでの応答が遅い。すなわち、温度設定後に所定の温度に達するまで時間を要する。これは、ダンバの開閉速度やダクトの熱容量等に起因する。設定前・後の温度差が大きいほど、長い時間を費やすことになる。ミルが自励振動しているとき、このような従来式の方法により温度を下げようとしても、即効性が無いために自励振動が消滅するまでに時間がかかる。

【0013】また、回転テーブル上の粉層の上方から散水する従来技術では、粉層の上方部が湿るものの、粉層全体に水分が浸透し、十分に混合するまでに時間を要する。したがって、自励振動時に注水を行っても、注水開始から自励振動が消滅するまでの応答性は必ずしも良くない。また、回転テーブル上の粉層では、上方に粗い粒子があり、底部すなわち粉碎レース面に近い部位には細かな粒子が沈んでいる。これは、粗い粒子群の間を微粉がすり抜けて沈下するためである。粉碎ローラにすべりを起こさせ自励振動発生きっかけになるのは、底層部の微粉であるにもかかわらず、粉層の上部のみの水で濡れたのでは、注水された水が有効に作用することにはならない。これが、従来技術において、注水開始から振動消滅までの応答性が劣る原因である。

【0014】一方、注水による手段のひとつには、図36に示すような先行技術の一例（特公平6-85881号公報）がある。この従来技術によると、回転テーブル14上の粉碎部に水を噴射する方法がある。また、図37は給炭機（コールフィーダ）35における水噴霧34を示すものである。図38は原料供給管（センタースhoot）2に水噴霧34する技術を描いたものである。図39に示すように、水だけではなく、二流体噴霧（水滴と気流の混合噴流）する技術もある。

【0015】ここにおいて、図36の従来技術では、センサ17で検知した振動レベルに応じてバルブ16の開度を調整し、水供給量を変化させることにしている。しかしながら、この技術における問題はノズル21の先端の位置にある。このノズル位置であれば、ノズル21から噴出する水は炭層（本図では炭層を省略した）の上部に降り注ぐか、あるいは高負荷運用時のようにミル内石炭ホールドアップの多い時にはノズル21の開口先端が炭層の上部に接触したり埋もれる状態となる。

【0016】仮に、水が炭層の上表面に注がれれば、濡れた上部の炭層は粉碎ローラ13に直接かみ込まれず、かみ込まれるまでに時間を要し、供給された水が効率良く使用されない。一方、ノズル21の先端が炭層に接触したり炭層に埋もれたりすれば、ノズル21が閉塞するという問題が生じる。ノズル21が閉塞していれば、振動発生時に注水による機能を発揮できず、自励振動の増幅をゆるしてしまう。

【0017】以上説明した従来技術における注水法は、給炭機停止後には適用することができない。前述したよ

うに、図40に示したように、給炭機停止後にも激しい自励振動が発生する。給炭機停止後に注水を行えば、回転テーブル上の残炭が過度に湿り、回転テーブルによる遠心力や空気流によっても流れにくくなり、完全に除去できないまま、残炭として停止したミル内に放置される。ミル停止中に放置されたこの残炭は乾燥するが、次のミル起動時には、ミル内に熱風が吹き込まれるため発火や、時には爆発を起こす危険がある。

【0018】また、エアブローは、粉碎ローラのかみ込み部に盛り上り、自励振動発生のかきかけとなる微粉層に空気噴流を吹きつけ、微粉層を除去し、自励振動を抑制しようとするものである。この盛り上る粉層はいつも同じではなく、ミルの運用条件によって変化する。一方、ミルの運用条件が同じであっても、この盛り上り粉層の挙動は、使用する石炭種によっても異なる。例えば、粉碎性の劣る石炭を使用した時の盛り上り層は、石炭粒子が粗く、また盛り上りかたも大きくなる。

【0019】このような盛り上り層に空気噴流を吹きつけても、石炭種の影響を受けて盛り上りの状態が異なるため、振動抑制の効果が全く異なってくる場合がある。水分の多い石炭では、空気噴流が作用した場合、その盛り上り層は、水分の少ない石炭で乾燥した盛り上り層の場合に比べると流動しにくい。また、盛り上り層の粒度分布によっても、同じエアブローで、うまく流動して除去されたり、あるいは流動しにくかったりする。さらに、粒子の比重が大きな石炭種の場合は、同じ空気噴流が衝突したとしても、粒子は飛散しにくい。

【0020】空気噴流の力による盛り上り層の流動状態は、粉碎性・水分・粒子の密度のような物性や、盛り上り粉層の粒度分布（これにも石炭の物性が係わる）の影響を強く受ける。したがって、空気噴流やノズル粉層間のスタンドオフ距離などが同じ条件でエアブローしても、石炭種によっては、自励振動抑制に効果的な場合と、そうでない場合、又は自励振動が増幅して逆効果になる場合すらある。

【0021】本発明の目的は、上記した問題を解決し、振動消滅に関して速効性があり、しかも使用した水を有効に使用できる新しい注水装置を提供することにある。

【0022】本発明の他の目的は、上記した問題を解決するべく、性状の異なる数多くの石炭を使用しても、確実に自励振動を抑制できるエアブロー装置を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明は主として次のような構成を採用する。

【0024】複数の粉碎ローラと、前記粉碎ローラに対向する粉碎レースを円周方向に設けた回転テーブルと、を備えて固体燃料又は固体原料を粉碎し、被粉碎物の乾燥及び搬送に熱風を用いるローラミルであって、前記熱風の供給流路に水供給系路と水噴霧用ノズルを設け、前



記熱風中に噴霧状に散水するローラミル。

【0025】また、複数の粉碎ローラと、前記粉碎ローラに対向する粉碎レースを円周方向に設けた回転テーブルと、を備えて固体燃料又は固体原料を粉碎するローラミルであって、下端を開口させた筒状又は円錐状又は箱状の空洞体を、その下端を前記粉碎レースの間で隙間を設けて、前記粉碎ローラのかみ込み部に設置し、前記空洞体の上部にノズルを設けて下方へ水を噴霧し、前記空洞体の下方を通過する前記固体燃料又は固体原料の粉層を湿らせるローラミル。

【0026】また、複数の粉碎ローラと、前記粉碎ローラに対向する粉碎レースを円周方向に設けた回転テーブルと、を備えて固体燃料又は固体原料を粉碎するローラミルであって、前記回転テーブル上の前記粉碎ローラのかみ込み側における前記固体燃料又は固体原料の粉層に対して空気噴流を吹き付けるエアブロー装置を備え、前記固体燃料又は固体原料の供給量を含むローラミルの運転条件、前記粉層の盛り上がり状態、又は前記粉層の粉碎性を含む粉層性状、にそれぞれ対応して、前記エアブロー装置のノズルの出口端と前記粉碎レース面との間の距離を可変にするローラミル。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態に係るローラミルの粉碎装置について、図面を用いて以下説明する。図1～図3に、本発明の第1の実施形態に係る水噴射装置を搭載したローラミルの構造を示す。本発明の第1の実施形態の特徴は、具体的な水噴射構造にあるのでこれを中心に述べる。ローラミルとしての他の機能は、図33に示した従来技術の内容とほぼ同様である。図1はローラミルの縦方向断面図であり、図2は一次空気に水を噴射する具体的構造を示し、図3は水噴射の他の具体的構造を示す図である。

【0028】図1及び図2に示す構成例は、回転テーブル3の外周で熱風（一次空気）6を吹き込むスロットベン9の間にノズル38を設け、このノズル38から水11を噴霧流17として吹き込むものである。図1に示すように、水11は、注水ヘッダ32を水供給管として、スロットベン9の下部に供給される。

【0029】次に、図2に示すように、粉碎ローラ5のかみ込み側では、注水ヘッダ32からノズル38へ向けて延設する管があり、それらの先端にノズル38が取り付けられている。ノズル38の位置は、スロットベン9のほぼ中央であり、このノズル38から水11が噴射され、噴霧流17として粉碎ローラ5のかみ込み側へ吹き込まれて、ミル内気流の温度を下げると同時に粉層の湿分を確保する。

【0030】図2に示すように、粉碎ローラ5の微粉生成側では、水噴霧の吹き込みは行わない。各粉碎ローラ5に対し3本のノズル38を設けてあるので、3個の粉碎ローラ5を搭載するローラミルでは、合計9本のノズ

ルが設置されている。この水11の温度は、注水ヘッダ32が熱風（一次空気）6にさらされるために、常温よりはやや高めである。

【0031】熱風（一次空気）6は、熱風（一次空気）ダクト37を通じて、ミルのウィンドボックス39に供給されているが、図3の例は、この熱風（一次空気）ダクト37の内部にノズル38を設け、熱風（一次空気）中に、水11の噴霧流17を吹き込むものである。水11は、注水ヘッダ32を通じて、熱風（一次空気）ダクト37まで導かれる。

【0032】水11を微粒化して噴霧流にするノズル（アトマイザ）は種々のタイプのものがあるが、ここでは、図4に断面構造を示す圧力旋回式のノズル（アトマイザ）を用いた。水11は、圧力式アトマイザ10の中心から供給され、これが旋回供給孔14から分割されて旋回室13に送られて、強い旋回力を与えられたあと、噴出孔12から噴出する。水は旋回する水膜15となって拡がり、水膜15は無数の水滴16へと分裂する。このようにして、噴霧流17が作り出される。圧力式のアトマイザでも、このように旋回を付与するタイプは微粒化が良好であるので、熱風中での蒸発も速く、本実施形態へ適用するのに好都合である。

【0033】本発明の第1の実施形態に係るローラミルにおいては、図1に示すような構成の粉碎部により原料が粉碎される。ハウジング6の下部には、熱風（一次空気）6が供給されており、この熱風（一次空気）6はスロットベン9を通して回転テーブル3の外周から吹き上がる。粉碎されて生じた粉粒体は、この熱風（一次空気）6によって、ハウジング7の内部を、上方へ輸送される。このとき同時に乾燥も行われる。

【0034】ハウジング6の上方へ輸送された粉粒体の中で粗いものは重力により落下し（一次分級）、粉碎部で再粉碎される。この一次分級部を貫通したやや細かな粉粒体は、ハウジング7の上部に内装されている回転分級機（ロータリーセパレータ）8により遠心分級（二次分級）される。ここで所定の粒径より小さな微粉は、気流により搬送されて、石炭焚ボイラでは微粉炭燃焼用バーナへと送られる。回転分級機（ロータリーセパレータ）8を貫通しなかった比較的粗い粒子群は、回転テーブル3の上へ落下し、一次分級によって戻る原料及びミル内へ新しく供給されたばかりの原料と混合して再粉碎される。このようにして、ミル内では粉碎が繰り返されて、必要な粒度を満足する製品として微粉が製造されていく。

【0035】図5は、熱風で一次空気中に噴霧状に散水した本実施形態と、無対策の場合とにおける振動レベルを比較したものである。振動のレベルは振幅 $\delta\alpha$ で評価するが、無対策時における振幅 $\delta\alpha^*$ で割ることにより無次元化して表わした。無対策の場合はミル出口における温度は約75℃であるのに対し、本実施形態の場合

にはミル出口温度が $71^{\circ}\text{C}$ に低下している。

【0036】無対策時には、ミル内で石炭が乾燥するため、粉碎ローラの転動が不安定になるので、自励振動が発生し易く、振幅のレベルも高い。これに対し、本実施形態を実施した場合には、3割近くまで振幅が低減しており、実質的に自励振動が消滅していることが分かる。

【0037】図6は、ミルの運用域の全給炭負荷帯における振動抑制効果を、給炭量 $Q_c$ に対する振幅 $\delta_{oc}$ の変化としてまとめたものである。横軸の給炭量 $Q_c$ は、定格給炭量 $Q_{c*}$ で割ることにより無次元化している。一方、縦軸の振幅 $\delta_{oc}$ は、粉碎ローラが粉碎レース上でメタルコンタクト状態で回転する空回転時の振幅 $\delta_{oc*}$ で割ることにより無次元化した。この結果から、全運用負荷域において大幅に振動減少効果がみられ、低負荷～中負荷域で自励振動の抑制効果が顕著であることが分かる。

【0038】次に、本実施形態の特徴である振動抑制の応答性について述べる。図7は、対策としての動作を開始してから自励振動が消滅するまでに要する時間 $t$ を、本発明と従来技術において比較したものである。ここで従来技術とは、ある設定温度まで下げるためにダンパ開閉調整により冷空気を熱風に混入させる場合であり、自励振動が消滅するのに要する時間を $t^*$ とする。このような従来技術では、ダクトやミルの熱容量のために、長い時間がかかる。

【0039】これに対して本実施形態では、従来技術に比べて17%まで時間が短縮されており、防振の応答性がきわめて良いことが、この結果により実証された。

【0040】次に、ミル停止過程における振動抑制効果について述べる。図8は、ミル停止操作の前半における減負荷過程(図40の①)で本実施形態を実施することによる防振効果を、無対策時と比較したものである。振幅 $\delta_{oc1}$ は、無対策時における振幅 $\delta_{oc1*}$ で割ることにより無次元化した。本発明の実施形態の場合には、著しく振動抑制効果が生じていることが分かる。そして、従来技術になる冷空気混入による温度降下法は、ミル停止の指令と同時に開始しても、前述したように応答が遅く、設定温度まで到達し切らないうちに、自励振動が発生してしまう。

【0041】図9は、ミル操作のうちの後半、給炭機停止後における振幅 $\delta_{oc2}$ を、本発明と従来技術において比較したものである。通常の場合、前述したように、給炭機が停止したあとでは回転テーブル上の粉層には散水できない(給炭機停止後に注水を行えば、回転テーブル上の残炭が過度に湿り、回転テーブルによる遠心力や空気流によっても流れにくくなり、完全に除去できないまま、残炭として停止したミル内に放置される)。しかしながら、本発明の場合は、一次空気である熱風中に水を噴霧するので、給炭機停止後も実行可能である。図9では、無対策(注水無し)の場合における給炭機停止後の

振幅 $\delta_{oc2*}$ で割ることにより無次元化しているが、本実施形態を実施すれば、無対策時に比べて半分以下のレベルまで振動が軽減されていることが分かる。

【0042】また、実験結果によると、水の流量を、粉碎処理する原料量の0.03%以上8%未満(重量割合)にすることによって、振動抑制に効果的であることが判った。

【0043】以上説明した実施形態では、図4に示すような圧力式アトマイザを用いたものである。この圧力式アトマイザは、水滴がやや粗いという難点がある。言い換えれば、水滴を細かくするためには高圧噴射する必要があるし、そのため噴出孔を小さくすれば噴出孔がつまり易くなる。

【0044】これに対し、本発明の第1の実施形態の他の構成例では、低圧噴射でも微粒化の良好な二流体アトマイザを適用することが可能である。図39は、二流体アトマイザの一例を軸方向断面図として描いたものである。

【0045】この例は、数多い二流体アトマイザの中でも、圧力損失が少なく済むタイプである。同軸二重管の構造になっており、中心の水供給管12から水が供給される。その周囲の気体流路22からは気流19が供給され、気体加速流路23で加速され、水柱21を引きちぎるようにして微粒化する。噴出孔20からは、細かな水滴と気流から成る噴霧流が生成される。図3に示した圧力式アトマイザよりも噴出流速は大きく、水滴径は小さい。水滴が小さいので蒸発が速く、熱風をすみやかに冷却して制御の応答性を高めることができるが、気流19の供給源すなわち圧縮空気製造設備が必要である。

【0046】次に、本発明の第2の実施形態に係る水噴射装置を搭載したローラミルの構造を、図10～図14を用いて以下説明する。本発明の第2の実施形態の特徴は、粉碎部における水供給の構成にあるので、まずこれを中心に述べる。その他のローラミルとしての機能は、図33に示した従来技術の内容とほぼ同じである。

【0047】図10はローラミルの縦方向断面図であり、図11と図12はともに粉碎部の側方(ミルハウジングから中心方向を視る)から見た粉碎部の構造図であり、図13は上方から見た構造図である。図14は粉碎部における粉層の挙動を模式的に表した図である。

【0048】本発明の第2の実施形態においては、粉碎ローラ5の原料かみ込み側に、上下端が開く空洞型の筒状体20(図11)あるいは円錐体24(図12)を設ける。図10と図13に示すように、これらの筒状体20等は、棒状のサポート25によりハウジング7から懸架支持されている。筒状体20あるいは円錐体24の上方開口部には、ノズル21が設けられており、このノズル21から下方へ向けて水噴霧22が噴射される。

【0049】水27は、水供給管26により、ハウジング7の内部へ供給される。ノズル21の位置は、粉碎口

ーラ(5)の回転中心5aよりも下方に設置する。筒状体20や円錐体24の下端では、粉碎レース11との間を原料粉層4の一部が通過する。原料粉層4の下方部は一般に微粉が多く沈降しているの、下端開口部には微粉が選択的に流入するようになる(図11のイ)。水噴霧22は、この微粉の上に降り注ぐので、微粉層は湿る(図11のロ)。そして、この湿った微粉層が粉碎ローラ5の下方へ流入し、粉碎ローラ5によって、粗い粒子とともにかみ込まれる。筒状体20や円錐体24の下端開口部と粉碎レース間の距離は80mm以上200mm以下の範囲から選択して設定する。

【0050】筒状体20の内径(直径)及び円錐体24の下端開口径(直径)は、粉碎ローラの幅よりもやや小さく設定する。一方、円錐体24における円錐体の両振りひろがり角度 $\theta_s$ (図12)は $7^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下、より望ましくは、円錐形空洞体におけるひろがり角度(両振り)を $16^\circ$ 以上 $28^\circ$ 以下の範囲に設定する(略 $20^\circ$ 程度に設定)。このようにすれば、円錐体24の内壁に、水噴霧22の水滴が付着しないので、水が無駄無く使用されることになる。

【0051】このような構成によれば、前述したような先行技術における問題点、すなわち、供給した水が炭層の上部表面のみを濡らし粉碎ローラになかなかかみ込まれなかったり、あるいは注水用のノズルが炭層に接触したり埋もれたりして閉塞を起こすといったトラブルは解決され、少量の水でも効率良く使用されるので、防振効果も拡大する。

【0052】本発明の第2の実施形態に係るローラミルにおいては、図10に示すような構成の粉碎部により原料が粉碎される。ハウジング7の下部には、熱風(一次空気)6が供給されており、この熱風(一次空気)6はスロートベン9を通して回転テーブル3の外周から吹き上がる。粉碎されて生じた粉粒体は、この熱風(一次空気)6によって、ハウジング6の内部を上方へと輸送される。このとき同時に乾燥も行われる。

【0053】ハウジング7の上方へ輸送された粉粒体の中で粗いものは重力により落下し(一次分級)、粉碎部で再粉碎される。この一次分級部を貫通したやや細かな粉粒体は、ハウジング6の上部に内装されている回転分級機(ロータリーセパレータ)8により遠心分級(二次分級)される。ここで、所定の粒径より小さな微粉は、気流により搬送されて、石炭焚きボイラでは微粉炭燃焼用バーナへと送られる。回転分級機(ロータリーセパレータ)8を貫通しなかった比較的粗い粒子群は、回転テーブル3の上へ落下し、一次分級により戻る原料及びミル内へ新しく供給されたばかりの粉碎原料1と混合して再粉碎される。このようにして、ミル内では粉碎が繰り返されて、必要な粒度を満足する製品としての微粉が製造されていく。

【0054】図14は、本発明の第2の実施形態を実施

したローラミルにおける粉碎部の挙動を模式的に描いたものである。粉碎ローラ5のかみ込み部における両端開口の円錐体24の頂部のノズル24から水噴霧される

(22)。この水噴霧22は、回転テーブル3の外周から吹き上げられる熱風(一次空気)にあおられることなく、ほぼ全量が、円錐体24の下端開口部の原料粉層4に降り注ぐ。水噴霧22は、略円錐体であるが、本実施形態に係る円錐体24も下方ほど広がる形状であるので、水滴は円錐体24の内壁にはほとんど付着しない。

【0055】原料粉層4の底部は微粉が多く、粉碎ローラ5がかみ込むと自励振動を起こし易いが、本実施形態ではこの微粉底層が選択的に水噴霧22によって湿潤化する。湿った微粉層は、粉碎ローラ5によってかみ込まれ、粉碎ローラ5の下部へ流入する(ハ)。微粉とはいえ湿っているため、この炭層は崩れにくく、粉碎ローラの転動は安定である。したがって、粉碎ローラは、湿った微粉のみならず、原炭のような粗い粒子までも活発にかみ込むようになる。

【0056】湿ったことによって炭層が強化されるということは、炭層の内部摩擦角 $\phi$ を求めるモデル実験から知ることができる。図15は、石炭層が保有する全水分に対する炭層の内部摩擦角 $\phi$ の変化をまとめたものである。縦軸の $\phi$ は、石炭の表面水分=0の場合の内部摩擦角 $\phi^*$ で割ることにより無次元化して表した。石炭層が乾いており、石炭粒子の表面に水分が無い場合には、内部摩擦角 $\phi$ は小さい。

【0057】グラフ中に挿図として示したように石炭粒子の表面にわずかに水分が付着すると、この水分がバインダーのようになって、石炭粒子同士が吸引しあうようになるため、石炭層全体が強くなり崩れにくくなる。一方、水分が増えすぎると、石炭粒子が水の中で動くかのようにふるまうようになるので、炭層の内部摩擦角 $\phi$ は低下する。本実施形態は、わずかな水分を炭層に添加し、粉碎ローラが直接かみ込み微粉底層を強固にすることをねらったものである。

【0058】図16は、全給炭負荷域における振動抑制効果を無対策時と比較してまとめたものである。横軸の給炭量 $Q_c$ は、定格給炭量 $Q_{c^*}$ で割ることにより無次元化した。一方、縦軸の振幅 $\delta_{oc}$ は、粉碎ローラと粉碎レースがメタルタッチする空回転時の振幅 $\delta_{oc^*}$ で割ることにより無次元化した。この結果から、本発明を実施すれば著しく振動が軽減されていることが分かる。特に中負荷～低負荷帯における振動抑制効果が著しい。これは、実質的に自励振動が消滅したことを示唆している。

【0059】図17は、本発明の第2の実施形態に係る注水の効果を、ミル停止過程の振幅 $\delta_{oc}$ のレベルに着目して、無対策時(注水無し)及び従来技術になる注水の場合(炭層の上方から散水)とを比較したものである。この振幅 $\delta_{oc}$ は、無対策時におけるミル停止過程の振幅 $\delta_{oc^*}$ で割ることにより無次元化して表した。

【0073】本実施形態に係るミルにおいては、図20に示すような構成の粉砕部により原料が粉砕される。こ

のローラミルにおける粉碎ローラ5及び粉碎レース11の断面形状は略円弧形である。粉碎ローラ5のシャフトは背後からローラブラケット28により支えられる。ローラブラケット28には、ローラヒボット29を介して加圧フレーム30から粉碎荷重31が伝達される。ハウジング7の下部には、熱風（一次空気）6が供給されており、この熱風（一次空気）6はスロートベーン9を通して回転テーブル3の外周から吹き上る。

【0074】粉碎されて生じた粉粒体は、この熱風（一次空気）6によって、ハウジング7の内部を、上方へ輸送される。このとき同時に乾燥も行われる。ハウジング7の上方へ輸送された粉粒体の中で粗いものは重力により落下し（一次分級）、粉碎部で再粉碎される。この一次分級部を貫通したやや細かな粉粒体は、ハウジング7の上部に内装されている回転分級機（ロータリーセパレータ）8で遠心分級（二次分級）される。

【0075】ここで所定の粒径より小さな微粉は、気流により搬送されて、石炭焚ボイラでは微粉炭燃焼用バーナへと送られる。回転分級機（ロータリーセパレータ）8を貫通しなかった比較的粗い粒子群は、回転テーブル3の上へ落下し、一次分級の作用で戻る原料及びミル内へ新しく供給されたばかりの原料と混合して再粉碎される。このようにして、ミル内では粉碎が繰り返されて、必要な粒度を満足する製品としての微粉が製造されている。

【0076】図24は、粉碎ローラ5が自励振動を始める条件が揃ったときの状態を模式的に描いたものである。粉碎ローラ5のかみ込み側には原料粉層4'が盛り上がる（4'）。一般に原料粉層4において、微粉は沈降するので（粗い粒子の間をすり抜けるため）上層は粗粒であり（4a）、一方底層は微粉が多くなる（4b）。粉碎ローラ5には、粉碎レース11における下層の微粉4bが選択的に流入しやすくなる（b）。粉碎ローラ5にかみ込まれなかった微粉は、盛り上り粉層4'内を循環するので、盛り上り粉層4'は次第に増大する。

【0077】図25は、粉碎ローラ5の上下方向振動（ $\beta$ ）の挙動を模式的に描いたものである。粉碎ローラ5は下層の微粉4bをかみ込もうとするが、この微粉層は不安定であるため、粉碎ローラ5は滑り、結果的にこの滑りが自励振動発生のきっかけになるわけである。粉碎ローラ5の自励振動を防止するには、盛り上り粉層4'を崩し、さらに、微粉層を除去する、という対策が必要である。本実施形態においては、これらをエアブロー法により達成する。

【0078】粉碎性（Grindability）の良好な石炭を粉碎処理する場合、粉碎ローラ5のかみ込み部に生じる盛り上り粉層、すなわちエアブロー前の原料粉層4'は小さい。図26は、このような粉碎ローラ5のかみ込み部の粉層に対し、スタンドオフ距離Xsを長くとり、エアブロー用ノズル5を粉碎レース11から離

して、空気噴流を衝突させたときの挙動を模式的に描いたものである。噴流は広がって衝突するし、また原料粉層4'の粒度も細かいため、気流の作用で粉層は広い領域にわたって激しく乱されてくぼむように変形する（図26の28参照）。

【0079】一方、粉層中の微粉も、気流の跳ね返り噴流とともに搬送されて粉碎部から除去される（c）。以上のような作用により自励振動の発生要因が取り除かれる。

【0080】難粉碎性の石炭のような原料の場合、粉碎ローラのかみ込み部の盛り上りは大きく、粒子も一般に粗く、下層の微粉を除去するのは容易ではない。このような場合は、エアブロー用ノズルを近づけて、スタンドオフ距離Xsを短くし、空気噴流の衝突エネルギーを局部的に集中させる。

【0081】図27は、スタンドオフ距離Xsを短くした場合における空気噴流時の粉層の挙動を模式的に描いたものである。エアブロー前の粉層4'は大きく、しかも粒子は粗い。スタンドオフ距離Xsを短くしているので、空気噴流は、粉層中に貫入するように進み、粉層には、広がり小さいが深くくぼみ変形が生じる（図26の27参照）。このくぼみ変形27の先端には粉層が多いので、ここで粉層が、跳ね返り噴流の作用によって除去される（c）。粉碎ローラ5のかみ込み部で盛り上った粉層は、エアブローの作用で激しく乱され攪拌され、微粉も飛び出し易くなる。

【0082】以上のような作用によって、実際に生じた振動抑制効果について述べる。図28は、A炭種に対してスタンドオフ距離Xsを大きくしてエアブロー用ノズルを設定し、振動抑制効果を、無対策時やスタンドオフ距離Xsを長くした場合とを比較したものである。横軸の給炭量Qcは、定格給炭量で割ることにより無次元化した。一方、縦軸の振幅 $\delta oc$ は、粉碎ローラと粉碎レースがメタルタッチする空回転時の振幅 $\delta oc^*$ で割ることにより無次元化した。スタンドオフ距離Xsが小さな場合、中負荷～低負荷域で振動 $\delta oc$ が高まっているが、Xsを大きくした場合には、ほぼ全負荷域において、問題となるような振動の振幅はみられない。

【0083】次に、図29は、B炭種を対象として、スタンドオフ距離Xsを短くした場合の振動抑制効果である。スタンドオフ距離を長く設定したままでは、給炭量 $Qc / Qc^* \approx 0.35$ の条件で振幅が増大し、自励振動が発生しているものの、本実施形態にしたがいスタンドオフ距離を短くすると、大幅に振幅を低減できることが分かる。

【0084】以上により、ミルが一定負荷で運用される際において、エアブロー用ノズルのスタンドオフ距離を調整することで、炭種が変っても振動を軽減できる効果が実証された。

【0085】次に、ミル停止過程における振動抑制効果

を、無対策時（エアブロー無しの場合）とを比較する。図30は、給炭量を減少させる過程に際し、スタンドオフ距離 $X_s$ を短く設定した場合における振幅 $\delta_{oc}$ を調べた結果である。振幅 $\delta_{oc}$ は、無対策時の減負荷過程における振幅 $\delta_{oc1}$ で割ることにより無次元化した。本実施形態の実施によって、振幅レベルが $1/3$ 近くまで低下しており、大幅に振動が軽減されていることが分かる。

【0086】次に、図31に、給炭機停止からミル内が空になりミルが停止するまでの過程に発生する自励振動に対して、本実施形態を適用した場合の結果である。この条件では、回転テーブル上の残炭も少なく、また粒子も細かいので、ノズルを離してスタンドオフ距離を長く設定した。無対策時に比べると、 $1/5$ 以下にまで振幅が急減しており、実質的に自励振動は発生しなかったと見なして良い程度である。

【0087】以上から、本発明の第3の実施形態を実施することにより、自励振動を封殺する効果のあることが実証された。

【0088】以上の説明では、本発明の第3の実施形態を、図20に示すようにローラやレースの粉砕面の断面形状が略円弧形であるローラミルに適用した構成例について述べたが、本実施形態は、他のタイプのローラミルへ直接適用することが可能である。

【0089】図32は、断面形状が台形であるロール20を備えるローラミルに対し、本実施形態を適用した構成例を示すものである。エアブロー用ノズル13は、空気19により駆動するエアシリンダ18に取り付けられ、この側部にエア供給管が接続し、圧縮空気15が供給されるようになっている。エアブロー用ノズル13とノズルヘッド17は、収縮するベローズ16が位置の変化分を吸収するようになっている。このエアブロー装置は、全体がプロテクトカバー24に囲われており、石炭粒子の衝突による損耗を防げるようになっている。このプロテクトカバー24は消耗品であり、ミルを停止する定期検査時等に交換する。

【0090】このローラミルに対する構成例においても、生じる効果は、先に述べた図20のローラミルに生まれる効果と同じである。

【0091】また、以上の説明では、前記エアブロー装置のノズルを空気圧駆動装置により位置決めするとしたが、この駆動装置に代えて油圧駆動装置により位置決めするようにしてもよい。以上説明したように、本発明の第1の実施形態は、次に示すような構成例、機能並びに作用を奏するものを含むものである。

【0092】自励振動が発生した場合、あるいは自励振動発生の兆候がみられた場合、ミルハウジングと一次空気ダクトの接続部付近において、熱風である一次空気中に冷水をアトマイザから噴霧し、熱風を冷却する。これにより、一次空気の温度を下げて、ミル内を循環する石炭粒子群の過度の乾燥を防ぎ、適度に湿った状態とし、

回転テーブル上の炭層を安定化させて、自励振動を消滅させる。

【0093】他の構成例は、回転テーブルの側部にあるスロートの下部において、一次空気である熱風中に冷水を噴霧する。このようにして、一次空気の温度を適切に降下させて、上述の構成例と同様の自励振動抑制効果を得る。このようにすれば、きわめて応答性良く一次空気の温度を下げて、自励振動を沈静化することが可能になる。

【0094】粉砕原料を冷却する先行技術には、特公平7-64603号公報に記載された技術がある。この技術は、加熱したセメントクリンカを水あるいは水・エチレングリコールの混合物により冷却するものであり、熱衝撃によるローラの破壊や、振動を防止するためのものである。しかし、冷却はセメントクリンカに直接注水して冷却するものであって、熱風の温度を水噴霧により制御しようとする本実施形態とは基本的に異なるものである。

【0095】そして、熱風である一次空気中に噴霧された冷水の噴霧水滴は蒸発し、これにより熱風の温度が迅速に降下する。これによって、ミル内にある石炭粒子の過度の乾燥が防止され、回転テーブル上の炭層は安定で崩れにくくなり、自励振動の発生が防止される。発達した自励振動が生じている際に本実施形態になる手法を実施すると、自励振動はきわめてすみやかに消滅する。

【0096】従来からある注水装置は、回転テーブル上の炭層に直接注水するため、原炭の供給が無くなる給炭機停止～ミル停止の期間は、激しい自励振動が生じるタイミングであるにもかかわらず、実施することができなかった。回転テーブル上の炭層が濡れ過ぎると、流動性が悪くなり、ミル停止後も残炭としてミル内にとどまり、再起動時に発火トラブルを起こすからである。また、回転テーブルの金属も直接濡れると、水素脆化腐食を起こす。

【0097】これに対して、本実施形態によれば、一次空気の温度を下げるだけなので、残炭が回転テーブル上で固まったり、構成する材料が腐食破壊を起こすといったトラブルは全く発生しない。したがって、本発明は、給炭機停止～ミル停止の過程へも、直接適用することができる。

【0098】また、本発明の第2の実施形態は、次に示すような構成例、機能並びに作用を奏するものを含むものである。

【0099】粉砕ローラのかみ込み部に、上方入口部が堰体状に開口し、下端出口部が粉砕レース面からは少し離れてレース面に開口するダクト型あるいは円筒型の上下両端開口の箱型部材を設置する。粉砕ローラに流入する粉層は、この部材の下方部を流れて粉砕ローラにかみ込まれる。この上下両端開口箱型部材の底部を通過する原料が粉砕ローラにかみ込まれる原料であり、この原料

の粉層へ向けて、上記した箱型部材の上方から散水する。ローラにかみ込まれる粉層のみがほぼ選択的に湿るようになるので、最も少量の水でローラの転動が安定化し、最も効果的に自励振動が消滅する。

【0100】本実施形態に係るこの箱型部材の底部を通過しない粉層は、箱型部材が無い場合には粉碎ローラのかみ込み部に盛り上がるように堆積し、粉碎ローラにうまくかみ込まれないばかりか、粉碎ローラの自励振動発生のきっかけとなる。本実施形態において、箱体の両側へ流出する「余分」な粉層は、回転テーブルの中央へ戻されて再び流入したり、あるいは一次空気（熱風）が吹き込まれるスロートの方へ運ばれ、上方へ搬送されて分級される。

【0101】散水用のノズルは、上記箱体の上部に設けられているので、粉体とは接触せず、粒子の混入による閉塞や粒子との接触摩擦による損耗といった問題も生じない。

【0102】上記したような構成を採用すれば、粉碎ローラのかみ込み部にある炭層の底部、すなわち粉碎レース面近くにあり、自励振動のきっかけになる微粉層の部分が選択的に湿るようになる。このようにして、微粉層は湿ることで安定化し、崩れにくくなるために、粉碎ローラは滑らず、結果的に自励振動は抑制されるようになる。

【0103】また、乾燥している微粉層は粉碎ローラからはじかれ易く、通常は粉碎が進まないが、本実施形態のように、この微粉層を優先的に湿らせるような手法を用いれば、崩れにくく微粉層は粉碎ローラから強い圧縮力を受けて粉碎される。すなわち、微粉層を構成する粒子は、さらに粉碎されて細くなる。このようにして、本実施形態を適用すれば、ローラミルの粉碎能力も高まる。本実施形態は、粉碎能力の向上と、防振を両立させる技術である。

【0104】また、本発明の第3の実施形態は、次に示すような構成例、機能並びに作用を奏するものを含むものである。

【0105】エアブロー用のノズルを、圧縮空気で駆動する空気圧シリンダに取り付け、ノズルの先端と空気噴流の衝突点間のスタンドオフ距離を、自在に変更できるようにし、使用炭種やミルの運用条件に応じて、このスタンドオフ距離を変化させる。エアブロー用ノズルと空気圧シリンダの接合部は軟体のジャバラ（ベローズ）タイプとし、その外周に、外表面に溶射やCVD等で硬質物質をコーティングした保護スリーブを設ける。このコーティング被膜は、粉碎部における粉層粒子の接触による摩擦を防止するためのものである。

【0106】炭種に応じて、粉碎ローラのかみ込み部に盛り上がる粉層の状態は異なる。例えば、粉碎性の悪い石炭であれば、粉層は粗く、また盛り上り層も大きい。したがって、このような粉層に対してはエアブロー用ノズ

ルを接近させ、エアジェットの集中的なエネルギーを衝突させて、粉層を崩し、粉層の内部に沈んでいる微粉までも除くようにする。

【0107】一方、粉碎性の良い石炭の場合には、粉碎ローラのかみ込み部に生じる粉層の粒子は細かく粉層自体も小さい、このような場合には、ノズルを離してスタンドオフ距離を大きくし、粉層全体に空気噴流のエネルギーが分散して及ぶようにする。微小粒子群であれば、このような空気噴流の衝突であっても舞い上がり飛散し、粉碎ローラのかみ込み部から除去される。

【0108】ここまでは、石炭種の変化に対応させてスタンドオフ距離を変化させる手法について述べたが、同様の手法は給炭量の変化に対しても適用することができる。すなわち、給炭量の多い場合にはスタンドオフ距離を短くしてエアブロー用ノズルを粉碎レース面に近づけ、一方、給炭量の少ない場合にはエアブロー用ノズルを炭層から離す。

【0109】本実施形態においては、ノズルから空気噴流を噴出させたままノズルを動かして、スタンドオフ距離を調整できるようにする。このようにすれば、例えばある炭種で防振効果が乏しかった場合、ノズルのスタンドオフ距離を動かして調整し、最適な条件を迅速に見出すことも可能である。

【0110】上記した本実施形態に係る手法と同様の作用は、ノズルを固定したままでも空気流量を増加又は減少させることによっても実現できる。すなわち、ノズルを近づけることは、空気流量を増やすことによっても衝突速度が上昇することに相当する。しかしながら、エアブロー用の空気流量を増やすことは、バーナ部における微粉炭濃度を下げ、また微粉炭の流速を上げることになるので、火災の安定保持やNO<sub>x</sub>低減の観点からは好ましいとはいえない。これが本実施形態に係る「ノズルのスタンドオフ距離変化」を採用する理由である。

【0111】同じノズルから同一条件で空気噴流を噴出する場合、スタンドオフ距離が異なれば、噴流の衝突状態、言い換えれば噴流の衝突によって生じる粉層の挙動も大きく異なってくる。

【0112】ノズルを近づければ、噴流が拡散しない状態で衝突するために、エネルギーが集中した噴流が粉層に衝突する。粉層は深くえぐられるように変形するが、この粉層中に粗い粒子が多い場合、エネルギー集中型の噴流衝突が効果的である。粗い粒子が強制的に除去されるために、粗い粉層の内部に深く沈んでいてローラの自励振動発生のきっかけになっている微小粒子をうまく除去できるようになる。微小粒子が取り除かれれば、粉碎ローラのかみ込み部における粉層の容量は小さく粒子は粗くなって、結果的に自励振動は消滅する。

【0113】一方、粉碎ローラのかみ込み部に生じる粉層が細かな場合、上記したようにノズルを近づけても（スタンドオフ距離を短くしても）、粉層に小さな穴が



掘られるのみであり、自励振動防止に対してはあまり有効ではない。

【0114】このような細かな粉層に対しては、ノズルを離して（スタンドオフ距離を長くして）、広い領域に対して噴流の衝突エネルギーが分散するようにする。この挙動は、細かな粒子は噴流の衝突速度が小さくても除去されるということにより説明できる。このようにして、自励振動発生のきっかけとなる微小な粒子は粉層から除去される。以上のような、ノズルを離してエネルギー分散型の衝突噴流を用いる方法は、先に述べた粗い粉層に対してはあまり有効に作用しない。

【0115】スタンドオフ距離を短くしてノズルを粉層に近づける場合、ノズルは粉砕部における炭層に長時間接触するようになる。このような衝突において、ノズルを保護して耐久性を増すために、ノズルの外周には、耐磨耗用の保護スリーブ（短い管体）を設けている。このスリーブの外面には、溶射やCVD法により、硬質物を成膜しているので、耐久性が著しく高まる。

【0116】

【発明の効果】本発明の第1の実施形態によれば、次のような効果を奏することができる。

(1) ミル内の気流温度がきわめて応答性良く変化する。したがって、振動発生時において迅速に振動を消滅させることができる。自励振動消滅までの応答時間は、従来技術になる一次空気温度低下時に比べて、 $1/10$ 以下にすることができる。

【0117】(2) 少量の熱風（一次空気）内注水により、自励振動を確実に軽減することができる。

【0118】(3) 粉層に直接注水する方法に比べると、粉砕ローラの転動軌道を安定に保つことができる。したがって、油圧機器等の荷重系・減速機・電動機（モータ）等の軸駆動系に悪影響を与えない。

【0119】(4) 同じ注水であっても粉砕部への注水は給炭機停止後に実施できないが、本発明によれば、給炭機停止後からミル停止まで続けることができる。したがって、ミル停止操作の全運用域で自励振動を抑制できる。

【0120】(5) 低負荷あるいは高負荷の定常運用時において、及びミル停止過程のどのような運用条件下においても、自励振動を起こすことなく、ミルを安定に操業できるようになる。

【0121】(6) 分級機回転数や荷重油圧の減少といった粉砕能力を抑制するような運用上の制限が撤廃される。これによって、ミルの粉砕能力は向上し、ミル出口における製品微粉炭の粒度が細くなり、また、エアスロートからの落下炭量が減少する。

【0122】(7) 振動を起こし易い石炭でも静粛な安定運用が可能になるし、燃料比の高い比較的難燃性の石炭については微細粒度にすることが可能なので、使用石炭種の幅が拡大する。

【0123】(8) 上記(2)とも関連し、燃焼特性が向上するので、排ガス中の窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )や灰中未燃分が減少する。したがって、脱硝装置におけるアンモニア使用量を減らすことができる。

【0124】(9) 自励振動を防止できることで、ミル自体や周辺機の信頼性が向上する。

【0125】(10) ミルの炭層上に散水する場合に比べて、飛散粒子によるノズル閉塞の問題が無い。

【0126】また、本発明の第2の実施形態によれば、次のような効果を奏することができる。

(1) 確実に自励振動を抑制できる。

【0127】(2) 自励振動に注水する際、きわめて応答よく振動が消滅する。これは、かみ込み部の粉層の底部微粉層に注水するためである。振動消滅までの応答時間は、粉層の上部から散水する方法に比べるとおよそ $2/3$ である。

【0128】(3) 上記(2)とも関連するが、微粉層でもかみ込みが進み、微粉粒度も向上する。

【0129】(4) 少量の水で、振動抑制効果を出すことができる。粉層の上方から散水する方法に比べると、 $1/2 \sim 1/3$ の水量まで減らすことができる。

【0130】(5) 注水開始時あるいは注水停止直後でも、粉砕ローラの転動軌道が安定に保たれる。したがって、油圧機器等の荷重系・減速機・電動機（モータ）等の軸駆動系に悪影響を与えない。

【0131】(6) 低負荷運用時あるいは高負荷の定常運用時において、及びミル停止過程のどのような運用条件下においても、自励振動を起こすことなく、ミルを安定に操業できるようになる。

【0132】(7) 分級機回転数や荷重油圧の減少といった粉砕能力を抑制するような運用上の制限が撤廃される。これによって、ミルの粉砕能力は向上し、ミル出口における製品微粉炭の粒度が細くなり、また、エアスロートからの落下炭量が減少する。

【0133】(8) 振動を起こし易い石炭でも静粛な運用が可能になるし、燃焼比の高い比較的難燃性の石炭について微細な粒度にすることが可能なので、使用石炭種の幅が拡大する。

【0134】(9) 上記効果(2)とも関連し、燃焼特性が向上するので、排ガス中の窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )や灰中未燃分が減少する。したがって、脱硝装置におけるアンモニア使用量を減らすことができる。

【0135】(10) 自励振動を防止できることで、ミル自体や周辺機の信頼性が向上する。

【0136】(11) ミル内の粉砕部にたまる残炭を効果的に除去できるので、ミル停止後においてミル内石炭の自然発火や爆発といったトラブルを確実に防ぐことができる。

【0137】また、本発明の第3の実施形態によれば、次のような効果を奏することができる。



(1) 粉碎性、流動性や水分の異なる数多くの石炭種利用に対して、エアブローにより確実に自励振動を抑制できる。

【0138】(2) 従来技術に比べておよそ3/4の少量のエアブロー用空気で、自励振動を確実に軽減することができる。

【0139】(3) エアブロー時あるいはエアブロー直後でも、粉碎ローラの転動挙動が安定に保たれる。したがって、油圧機器等の荷重系・減速機・電動機（モータ）等の軸駆動系に悪影響を与えない。

【0140】(4) ローラのかみ込み部における分級（微粉の除去）が良好に行われるので、ミル出口における微粉の粒度が細くなる。

【0141】(5) 低負荷あるいは高負荷の定常運用時において、及びミル停止過程のどのような条件下においても、自励振動を起こすことなく、ミルを安定に操業できるようになる。

【0142】(6) 分級機回転数や荷重油圧の減少といった粉碎能力を抑制するような運用上の制限が撤廃される。これによって、ミルの粉碎能力は向上し、ミル出口における製品微粉炭の粒度が細くなり、また、エアスロートからの落下炭種が減少する。

【0143】(7) 振動を起こし易い石炭でも静粛な運用が可能になるし、燃料比の高い比較的難燃性の石炭については、微細粒度にすることが可能なので、使用石炭種の幅が拡大する。

【0144】(8) 上記効果(2)とも関連し、燃焼特性が向上するので、排ガス中の窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )や灰中未燃分が減少する。したがって、脱硝装置におけるアンモニア使用量を減らすことができる。

【0145】(9) 自励振動を防止できることで、ミル自体や周辺機の信頼性が向上する。

【0146】(10) ミル内の粉碎部にたまる残炭を効果的に除去できるので、ミル停止後において、ミル内石炭の自然発火や爆発といったトラブルを確実に防ぐことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る水噴射装置を搭載したローラミルの構造を示す図である。

【図2】第1の実施形態での、一次空気に水を噴射する具体的構造を示す図である。

【図3】水噴射の他の具体的構造を示す図である。

【図4】水噴射ノズルである圧力式アトマイザの構造と、水膜並びに噴霧流の関係を示す図である。

【図5】熱風で一次空気中に噴霧状に散水した本実施形態と、無対策の場合とにおける振動レベルを比較したものである。

【図6】ミルの全給炭負荷帯における振動抑制効果について、第1の実施形態と無対策時とを比較した図である。

【図7】自励振動の消滅時間について、第1の実施形態と従来技術とを比較した図である。

【図8】ミルの減負荷過程における振動振幅について、第1の実施形態と無対策時とを比較した図である。

【図9】給炭機停止後における振動振幅について、第1の実施形態と無対策時とを比較した図である。

【図10】本発明の第2の実施形態に係る水噴霧装置を備えたローラミルの構造を示す図である。

【図11】筒状体を用いて水噴霧を行う構造を示した図である。

【図12】円錐体を用いて水噴霧を行う構造を示した図である。

【図13】図13を上から見た構造図である。

【図14】粉碎部における粉層の挙動を模式的に表した図である。

【図15】炭層の内部摩擦角と水分の関係を表した図である。

【図16】ミルの全給炭負荷帯における振動抑制効果について、第2の実施形態と無対策時とを比較した図である。

【図17】ミル停止過程の振動振幅の観点において、第2の実施形態での注水の場合と従来技術での注水の場合と無対策時とを比較した図である。

【図18】注水量の観点において、第2の実施形態での注水の場合と従来技術での注水の場合とを比較した図である。

【図19】第2の実施形態に係る注水装置の他の構成例を示す図である。

【図20】本発明の第3の実施形態に係るエアブロー装置を備えたローラミルの構造を示す図である。

【図21】エアブロー用ノズルのスタンドオフ距離を短くした場合の構造図である。

【図22】エアブロー用ノズルのスタンドオフ距離を長くした場合の構造図である。

【図23】エアブロー用ノズルを駆動するための構造図である。

【図24】粉碎ローラが自励振動を始める条件が揃った状態の粉層の模式図である。

【図25】粉碎ローラの上下方向振動の挙動を模式的に示した図である。

【図26】スタンドオフ距離を長くした場合における空気噴流時の粉層の挙動を描いた図である。

【図27】スタンドオフ距離を短くした場合における空気噴流時の粉層の挙動を描いた図である。

【図28】A炭種における振動抑制効果について、第3の実施形態のスタンドオフ距離を長くした場合と、無対策時並びにスタンドオフ距離が短い場合と、を比較した図である。

【図29】B炭種における振動抑制効果について、第3の実施形態のスタンドオフ距離を短くした場合と、無対

策時並びにスタンドオフ距離が長い場合と、を比較した図である。

【図30】ミルの減負荷過程における振動振幅について、第3の実施形態と無対策時とを比較した図である。

【図31】給炭機停止後における振動振幅について、第3の実施形態と無対策時とを比較した図である。

【図32】台形の断面形状であるローラを備えたローラミルに第3の実施形態を採用した図である。

【図33】ローラミルにおける従来の基本的構造を示す図である。

【図34】従来技術における粉砕ローラの横滑りを表す図である。

【図35】従来技術における粉砕ローラの上下振動を表す図である。

【図36】回転テーブル上に注水して振動を抑制する従来技術を示す図である。

【図37】給炭機に水噴霧を行う従来技術を示す図である。

【図38】原料供給管に水噴霧を行う従来技術を示す図である。

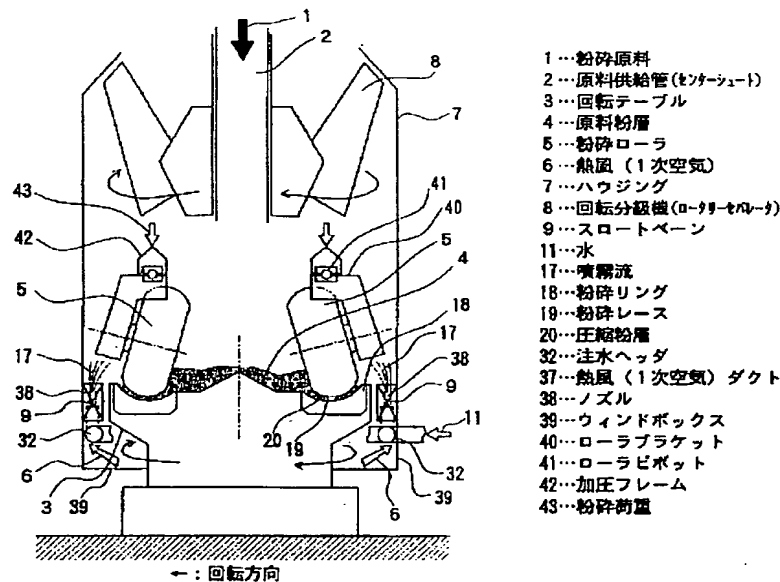
【図39】従来技術である二流体式アトマイザを示す図である。

【図40】自励振動の発生の態様を示す図である。

【符号の説明】

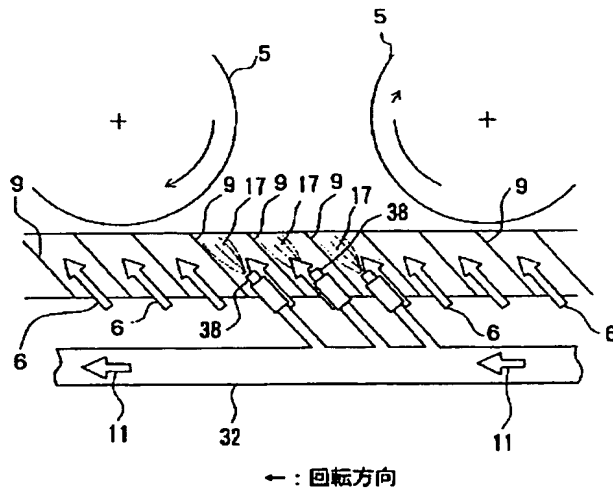
- 1 粉砕原料(図1～図3)
- 2 原料供給管(センターシュート)(図1～図3)
- 3 回転テーブル(図1～図3)
- 4 原料粉層(図1～図3)
- 5 粉砕ローラ(図1～図3)
- 6 熱風(一次空気)(図1～図3)
- 7 ハウジング(図1～図3)
- 8 回転分級機(図1～図3)
- 9 スロットペーン(図1～図3)
- 11 水(図1～図3)
- 17 噴霧流(図1～図3)
- 18 粉砕リング(図1～図3)
- 19 粉砕レース(図1～図3)
- 32 注水ヘッド(図1～図3)
- 38 ノズル(図1～図3)

【図1】



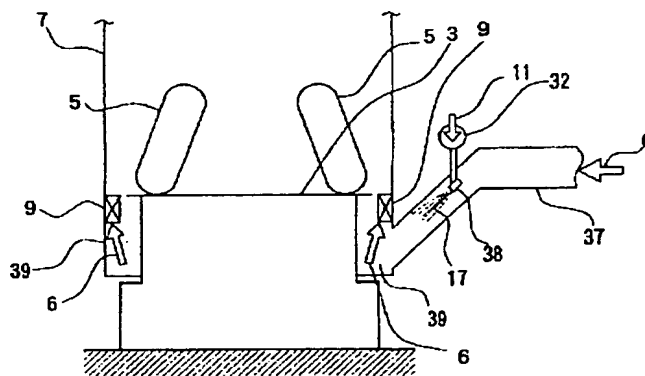
【図1】

【図2】



- 5…粉碎ローラ
- 6…熱風（1次空気）
- 9…スロットペーン
- 11…水
- 17…噴霧流
- 32…注水ヘッド
- 38…ノズル

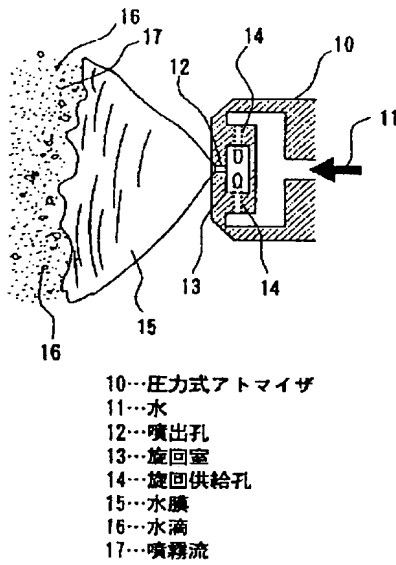
【図3】



- 3…回転テーブル
- 5…粉碎ローラ
- 6…熱風（1次空気）
- 7…ハウジング
- 9…スロットペーン
- 11…水
- 17…噴霧流
- 32…注水ヘッド
- 37…熱風（1次空気）ダクト
- 38…ノズル
- 39…ウィンドボックス

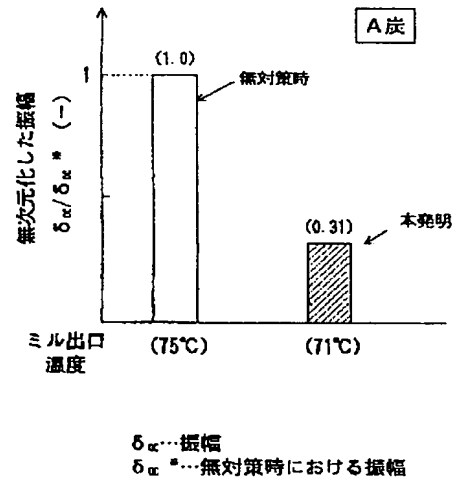
【図4】

【図4】



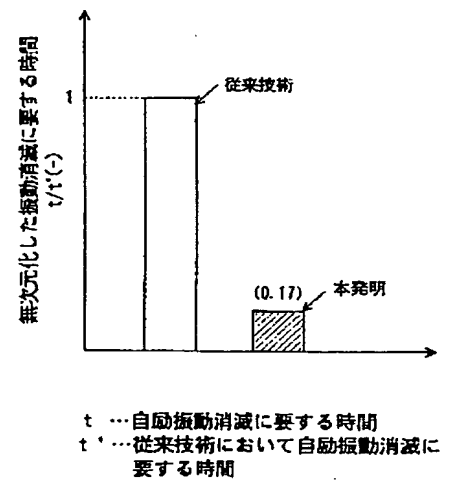
【図5】

【図5】



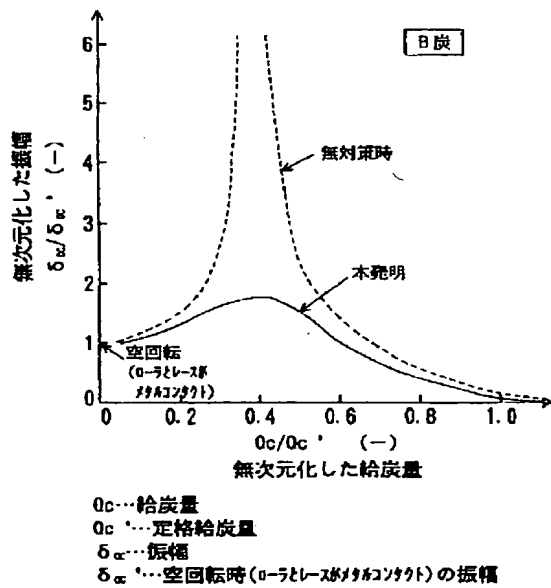
【図7】

【図7】



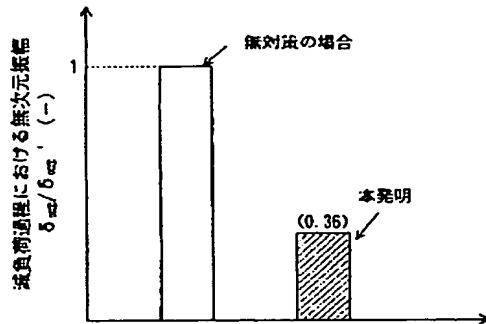
【図6】

【図6】



【図8】

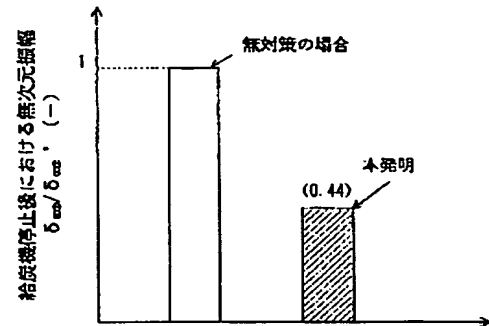
【図8】



$\delta_{ss}$  …減負荷過程における無次元振幅  
 $\delta_{ss}'$  …無対策の場合の減負荷過程における無次元振幅

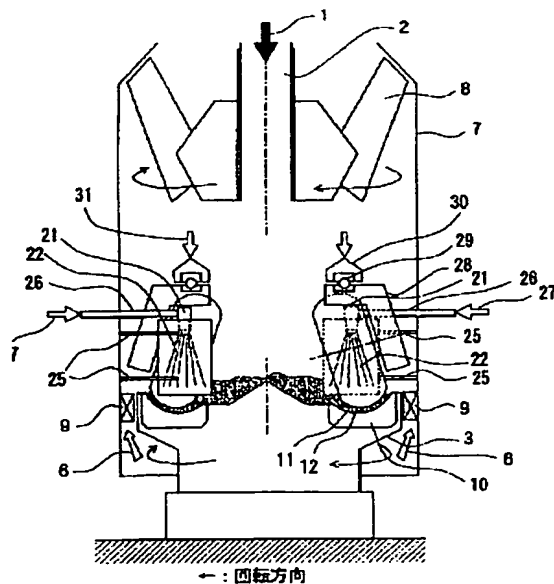
【図9】

【図9】



$\delta_{ss}$  …給炭機停止後における振幅  
 $\delta_{ss}'$  …無対策の場合の給炭機停止後における振幅

【図10】

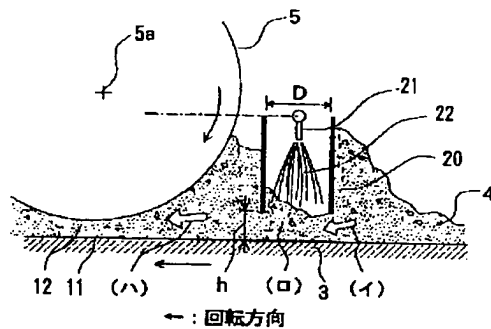


- 1…粉碎原料  
 2…原料供給管(エンターシャ-)  
 3…回転テーブル  
 5…粉碎ローラ  
 6…熱風(1次空気)  
 7…ハウジング  
 8…回転分級機(ロータ-セパレータ)  
 9…スロートベーン  
 10…粉碎リング  
 11…粉碎レース  
 12…圧縮粉層  
 21…ノズル  
 22…水噴霧  
 25…サポート  
 26…水供給管  
 27…水  
 28…ローラブラケット  
 29…ローラピボット  
 30…加圧フレーム

【図10】

【図11】

【図11】

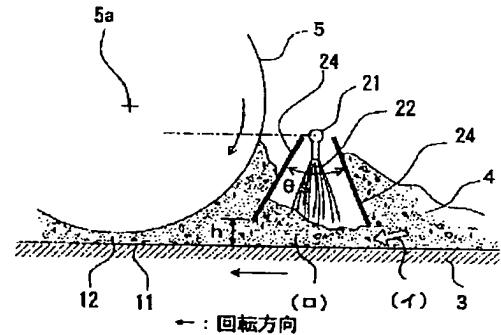


D : 筒状体20の開口径  
h : 筒状体20の開口下端と粉碎レース11間の距離

- |               |             |
|---------------|-------------|
| (イ)…微粉層の流入    | 3…回転テーブル    |
| (ロ)…微粉層の湿潤    | 4…原料粉層      |
| (ハ)…湿った微粉層の流入 | 5…粉碎ローラ     |
|               | 5a…ローラの回転中心 |
|               | 11…粉碎レース    |
|               | 12…圧縮粉層     |
|               | 20…筒状体      |
|               | 21…ノズル      |
|               | 22…水噴霧      |

【図12】

【図12】

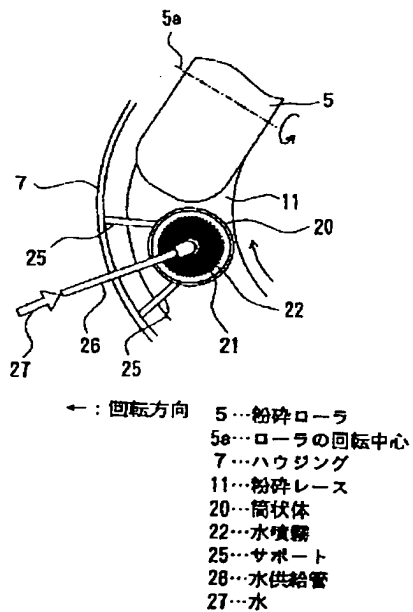


D : 円錐体24の下端開口径  
h : 円錐体24の開口下端と粉碎レース11間の距離

- |            |             |
|------------|-------------|
| (イ)…微粉層の流入 | 3…回転テーブル    |
| (ロ)…微粉層の湿潤 | 4…原料粉層      |
|            | 5…粉碎ローラ     |
|            | 5a…ローラの回転中心 |
|            | 11…粉碎レース    |
|            | 12…圧縮粉層     |
|            | 21…ノズル      |
|            | 22…水噴霧      |
|            | 24…円錐体      |

【図13】

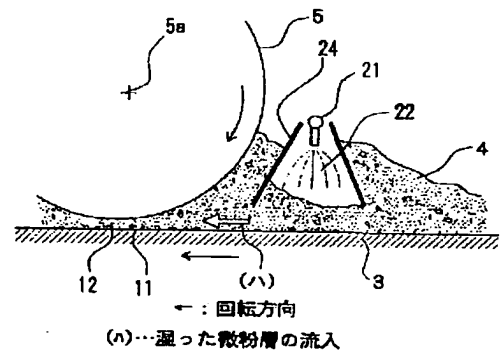
【図13】



- |          |             |
|----------|-------------|
| ← : 回転方向 | 5…粉碎ローラ     |
|          | 5a…ローラの回転中心 |
|          | 7…ハウジング     |
|          | 11…粉碎レース    |
|          | 20…筒状体      |
|          | 22…水噴霧      |
|          | 25…サポート     |
|          | 26…水供給管     |
|          | 27…水        |

【図14】

【図14】

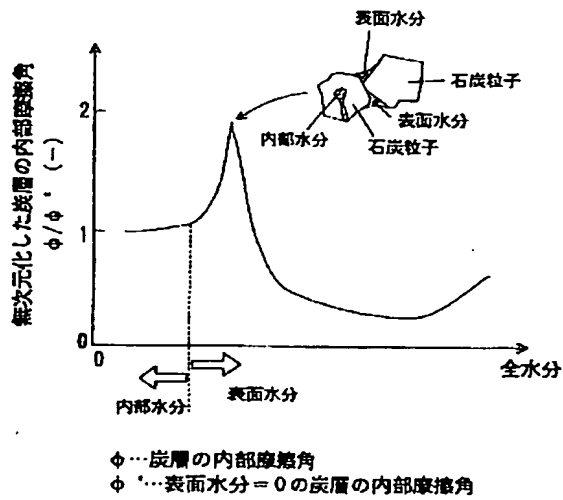


← : 回転方向  
(ハ)…湿った微粉層の流入

- |             |
|-------------|
| 3…回転テーブル    |
| 4…原料粉層      |
| 5…粉碎ローラ     |
| 5a…ローラの回転中心 |
| 11…粉碎レース    |
| 12…圧縮粉層     |
| 21…ノズル      |
| 22…水噴霧      |
| 24…円錐体      |

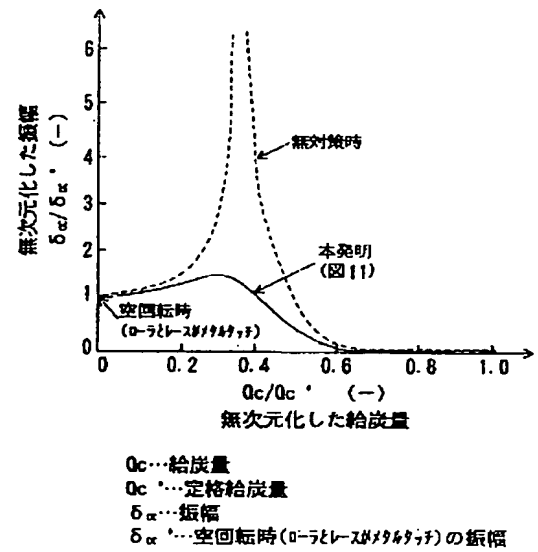
【図15】

【図15】



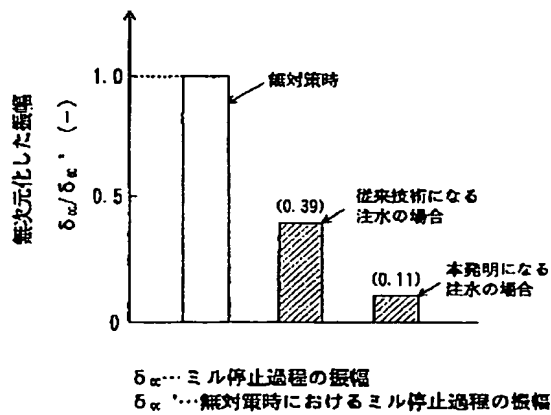
【図16】

【図16】



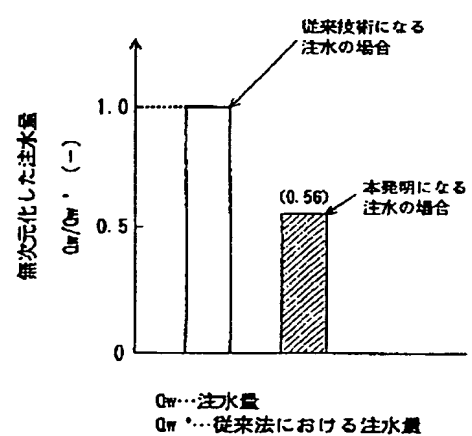
【図17】

【図17】



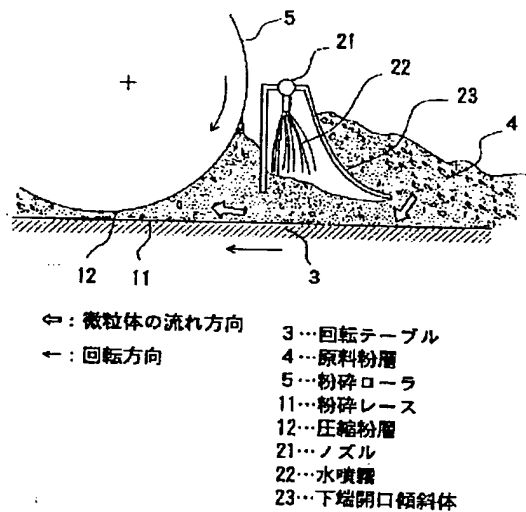
【図18】

【図18】



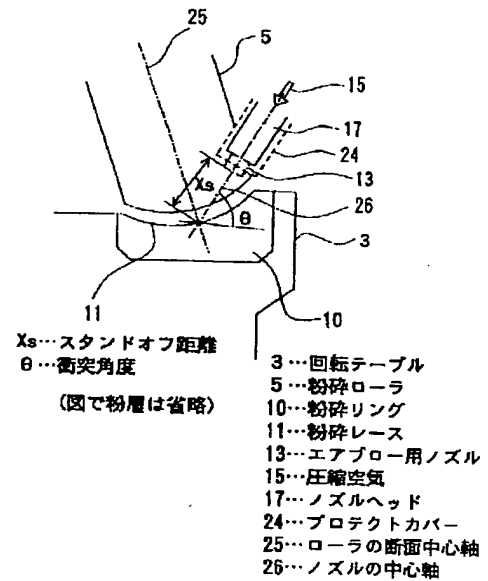
【図19】

【図19】

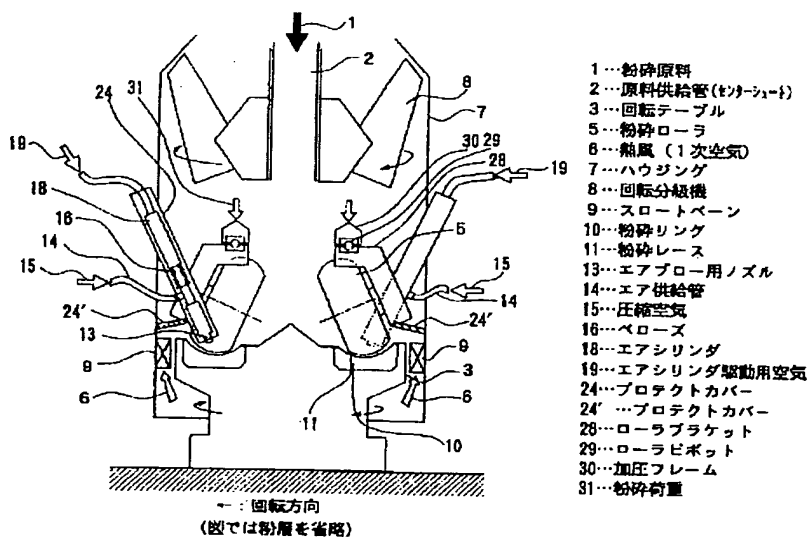


【図21】

【図21】



【図20】

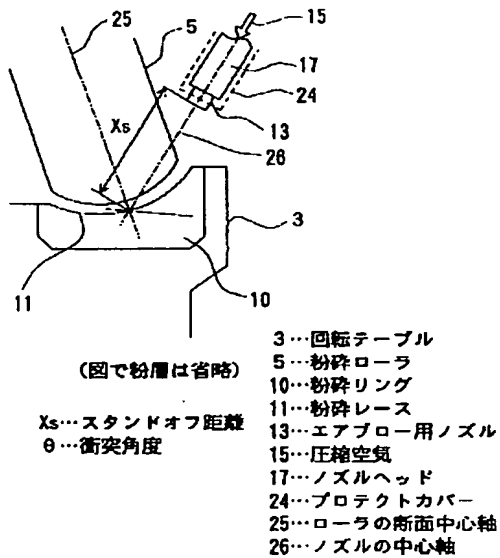


【図20】



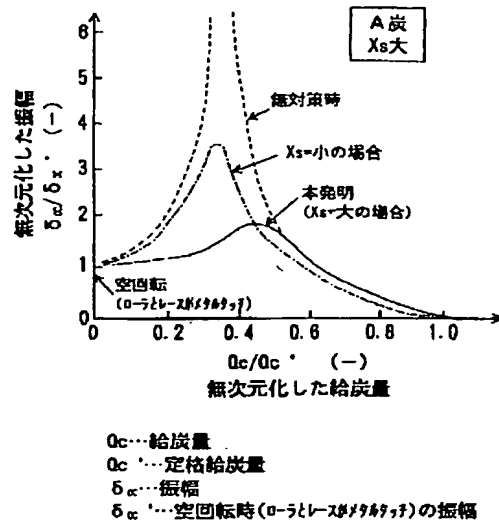
【図22】

【図22】

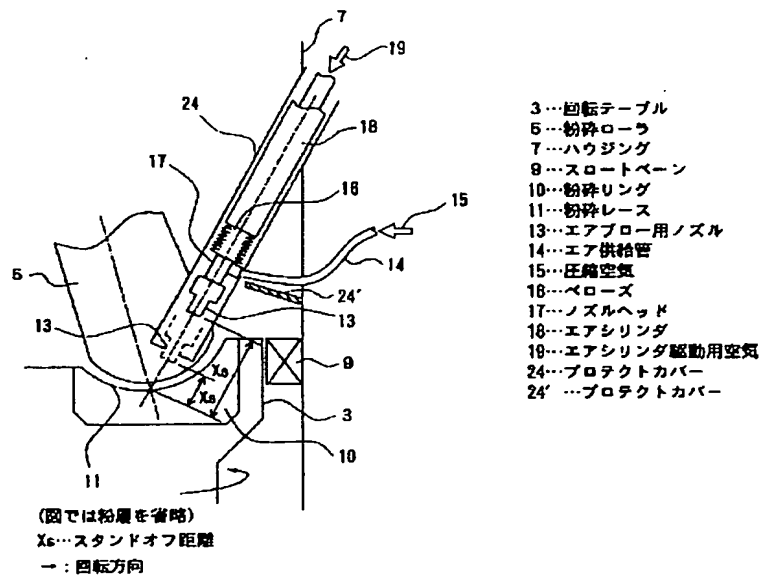


【図28】

【図28】



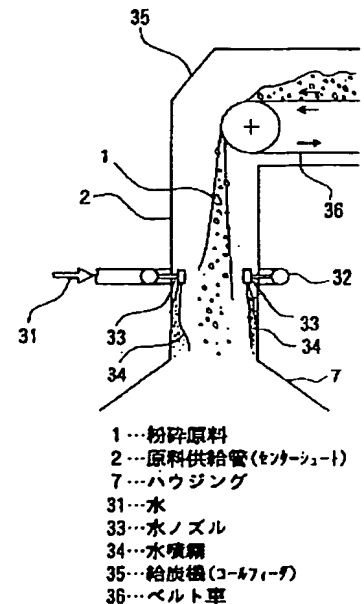
【図23】



【図38】

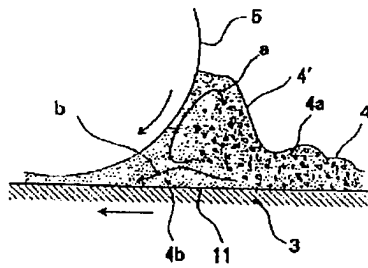
【図38】

【図23】



【図24】

【図24】



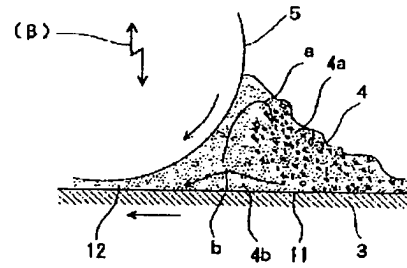
←: 回転方向

- 3…回転テーブル  
4…原料粉層  
4'…盛り上がり粉層  
4a…上層の粗粒  
4b…下層の微粉  
5…粉碎ローラ  
11…粉碎レース  
12…圧縮粉層

a…かみ込まれない循環微粉  
b…ローラ下への微粉流入

【図25】

【図25】



←: 回転方向

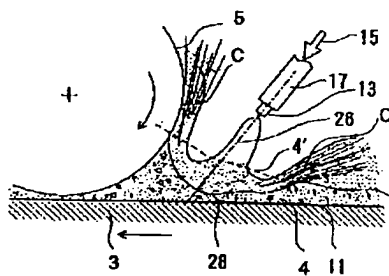
(B)…上下方向振動

- 3…回転テーブル  
4…原料粉層  
4'…盛り上がり粉層  
4a…上層の粗粒  
4b…下層の微粉  
5…粉碎ローラ  
11…粉碎レース  
12…圧縮粉層

a…かみ込まれない循環微粉  
b…ローラ下への微粉流入

【図26】

【図26】

(スタンドオフ距離 $X_s$ を長くした場合)

←: 回転方向

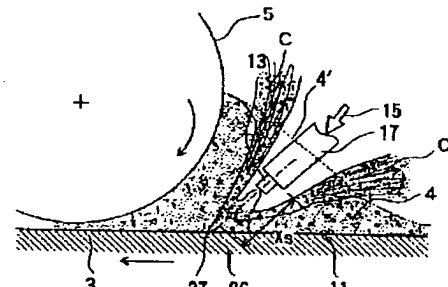
 $X_s$ …スタンドオフ距離

- 3…回転テーブル  
4…原料粉層  
4'…エアブロー前の原料粉層  
5…粉碎ローラ  
11…粉碎レース  
13…エアブロー用ノズル  
15…圧縮空気  
17…ノズルヘッド  
26…ノズルの中心軸  
28…噴流衝突による粉層の広域くぼみ変形

C…微粉の除去

【図27】

【図27】

(スタンドオフ距離 $X_s$ を短くした場合)

←: 回転方向

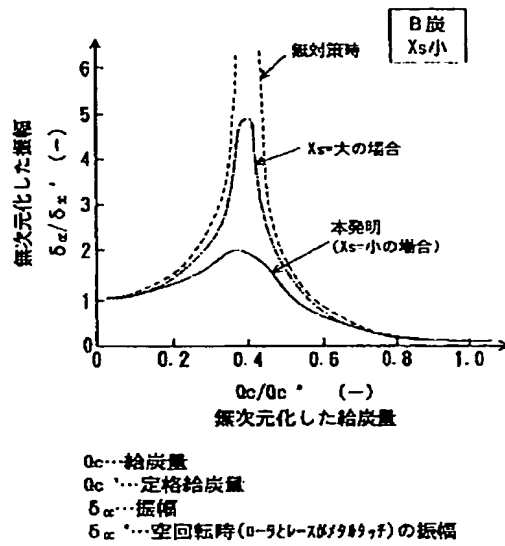
 $X_s$ …スタンドオフ距離

- 3…回転テーブル  
4…原料粉層  
4'…エアブロー前の原料粉層  
5…粉碎ローラ  
11…粉碎レース  
13…エアブロー用ノズル  
15…圧縮空気  
17…ノズルヘッド  
26…ノズルの中心軸  
27…空気噴流の貫入による粉層のくぼみ変形

C…微粉の除去

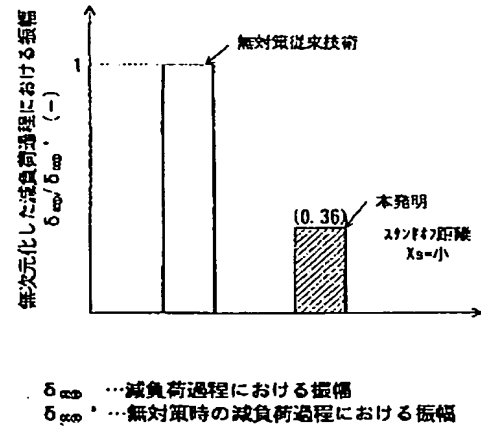
【図29】

【図29】



【図30】

【図30】

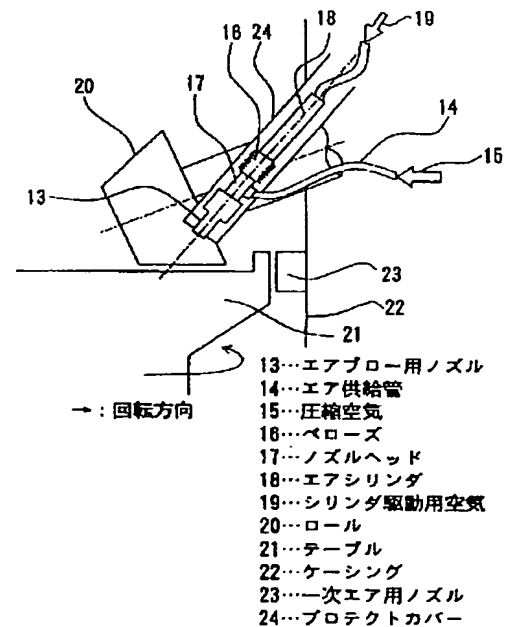
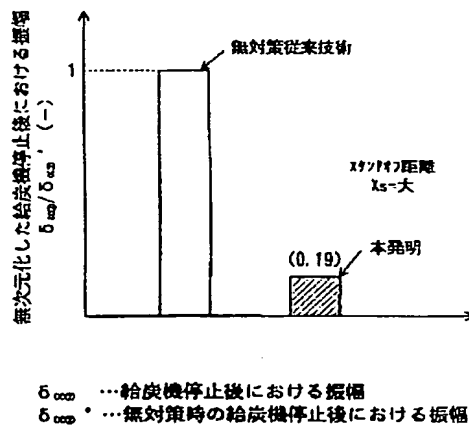


【図32】

【図32】

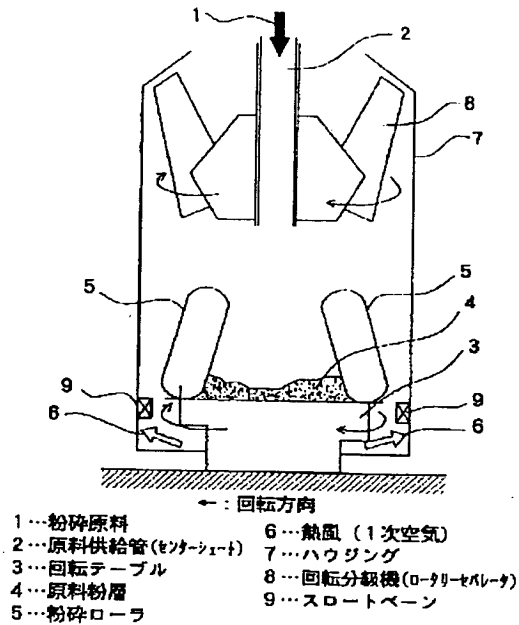
【図31】

【図31】



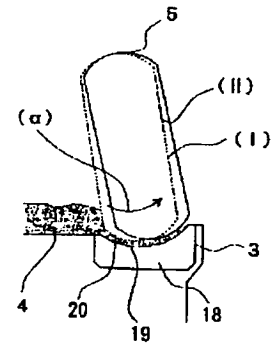
【図33】

【図33】



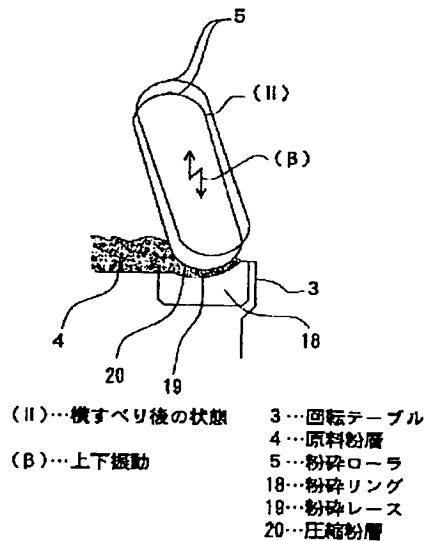
【図34】

【図34】



【図35】

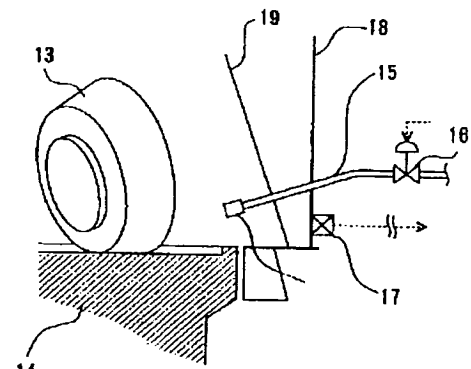
【図35】



【図36】

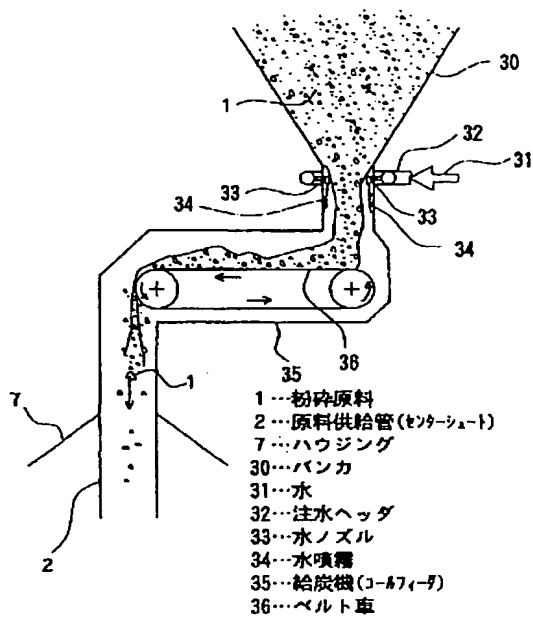
【図36】

(炭層は省略)



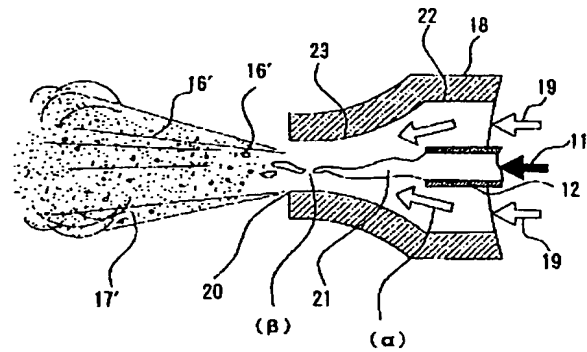
【図37】

【図37】



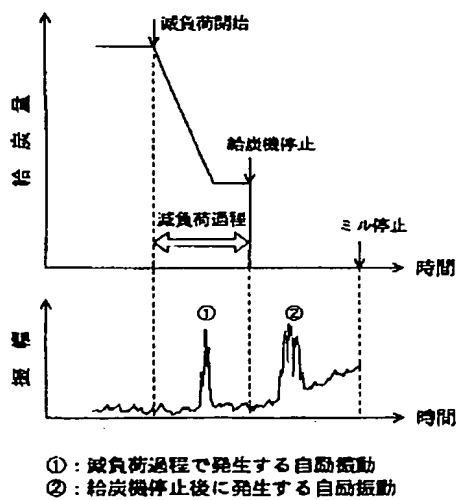
【図39】

【図39】



【図40】

【図40】



## フロントページの続き

(72)発明者 廻 信康  
 広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立  
 株式会社呉研究所内

(72)発明者 金木 浩明  
 広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立  
 株式会社呉研究所内

(72)発明者 村上 英治  
 広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立  
 株式会社呉研究所内

(72)発明者 三井 秀雄  
 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立  
 株式会社呉工場内

(72)発明者 佐古田 光太郎  
 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立  
 株式会社呉工場内

(72)発明者 長谷川 忠  
 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立  
 株式会社呉工場内

(72)発明者 大野 幸紀  
 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立  
 株式会社呉工場内

Fターム(参考) 4D063 EE03 EE12 EE21 GA05 GA06  
 GA07 GA08 GC19 GC21 GC32  
 GD01 GD11 GD22 GD24